



# Sviluppo di sensori e dispositivi smart per la ricerca e l'industria

LABORATORIO DI INGEGNERIA TISSUTALE

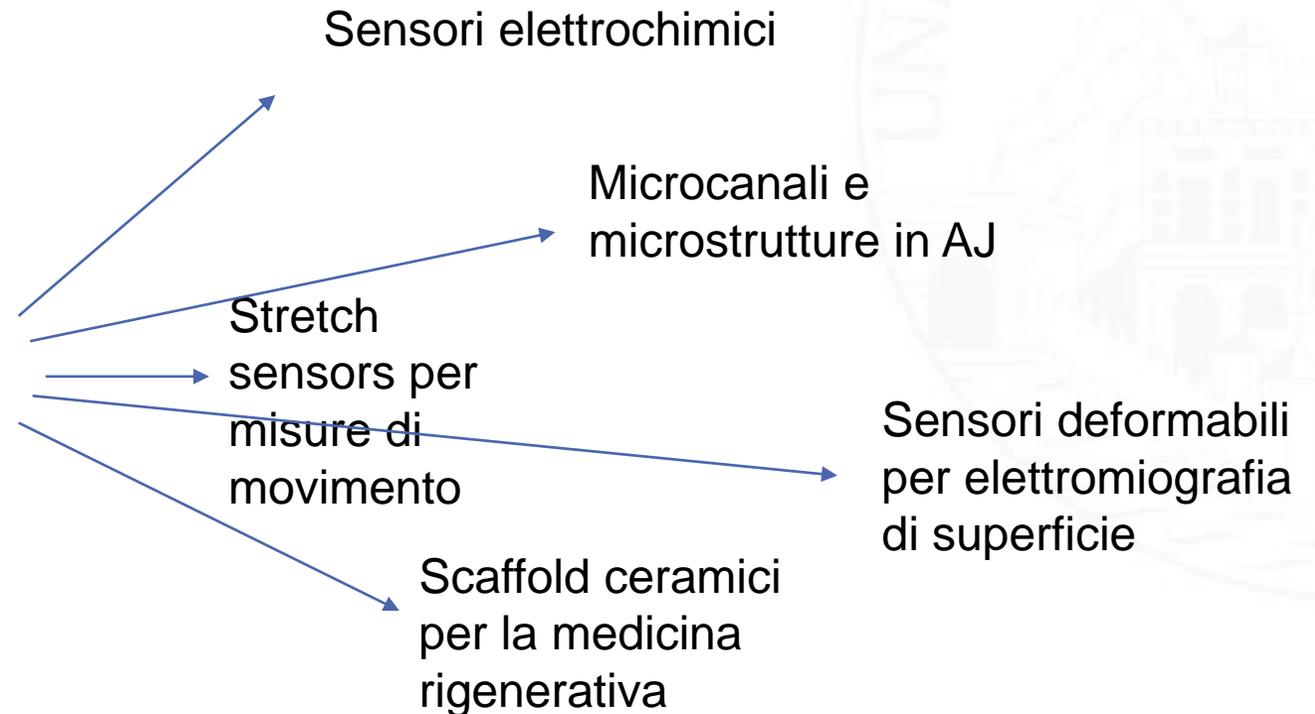
7 dicembre 2018

# AGENDA

## Il laboratorio

- Gli spazi e la strumentazione
- Aerosol Jet Printing
- Digital Image Correlation

## Alcuni esempi di progetti attivi



# OBIETTIVI

Gli obiettivi del laboratorio che sono stati presi come riferimento per la progettazione sono contenuti nel documento “2015 Avvio progetto strategico UniBS H&W 2.1 - aprile 2015”

‘Il riferimento per il laboratorio di ingegneria tissutale è quello di un approccio multidisciplinare che, partendo dalla sintesi e dallo sviluppo di nuovi materiali e dispositivi smart è in grado di stimolare, promuovere e realizzare ricerca di eccellenza a livello mondiale’

# IL LABORATORIO



Aerosol Jet Printer



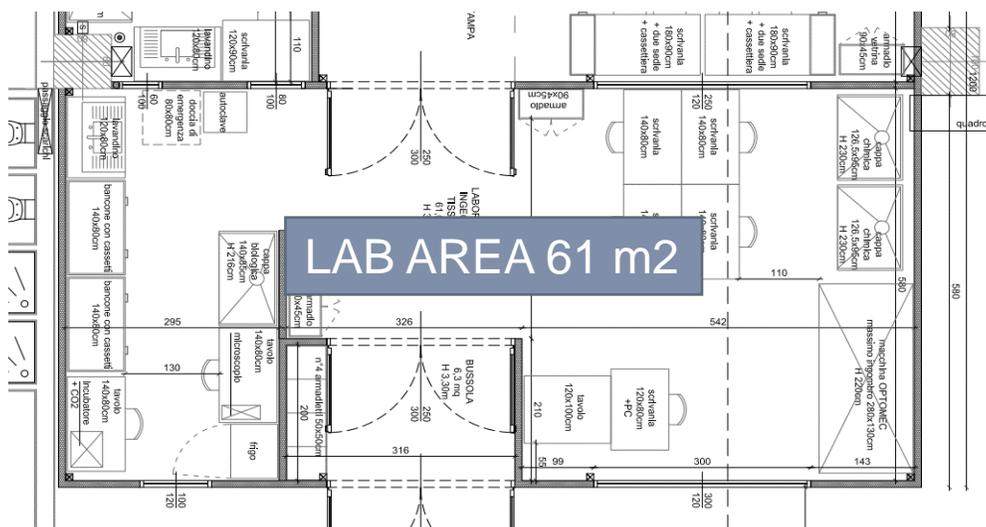
Digital Image Correlation



Chemical hood



Biological hood



Glove Box



INCUBATOR CO<sub>2</sub>

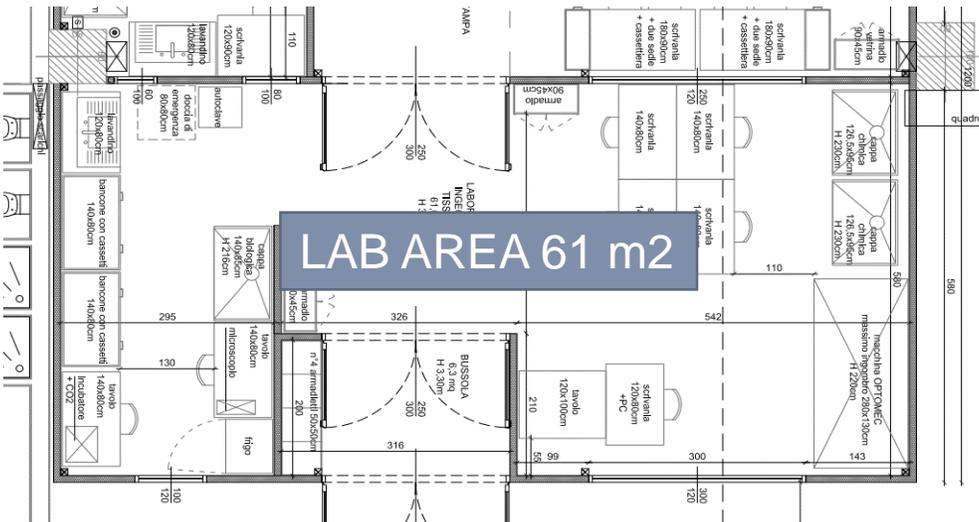
# IL LABORATORIO



Aerosol Jet Printer



Digital Image Correlation

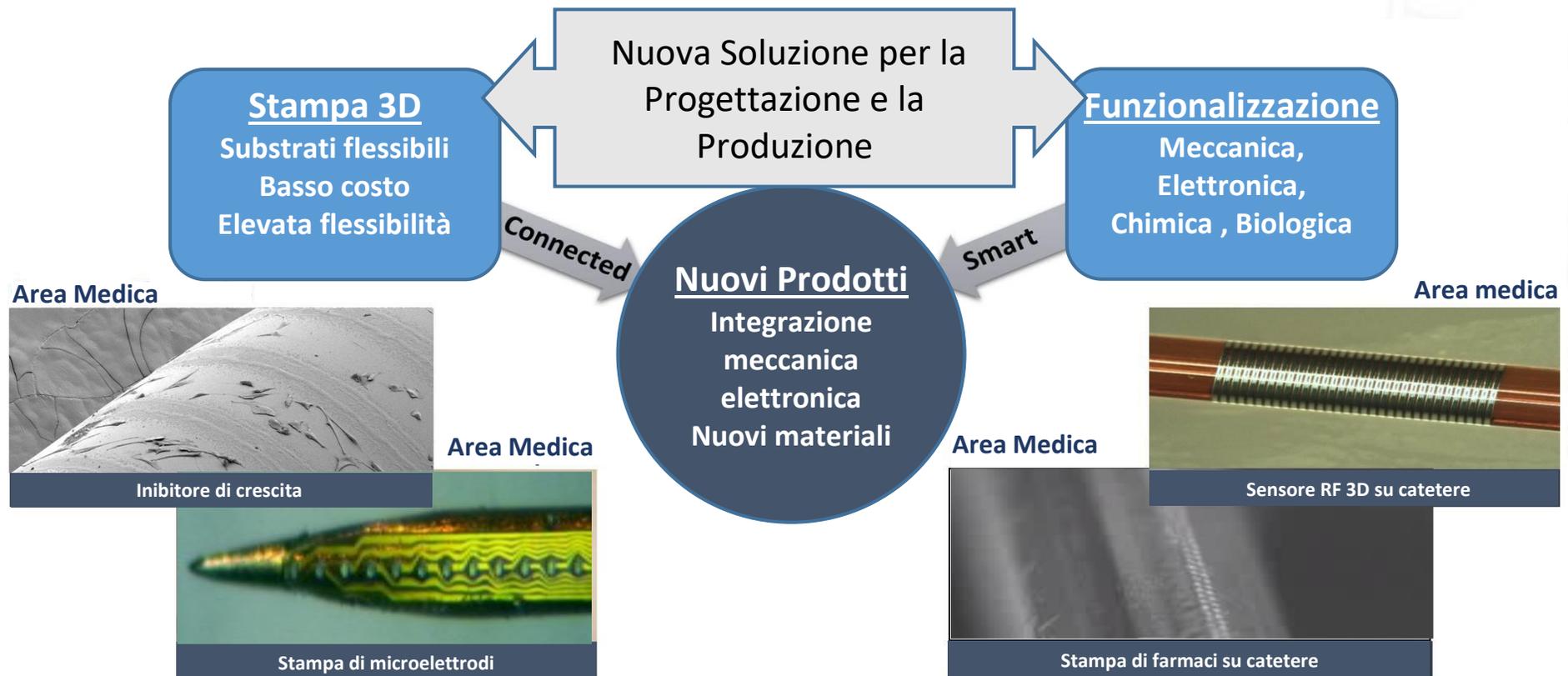


# AEROSOL JET TECHNOLOGY

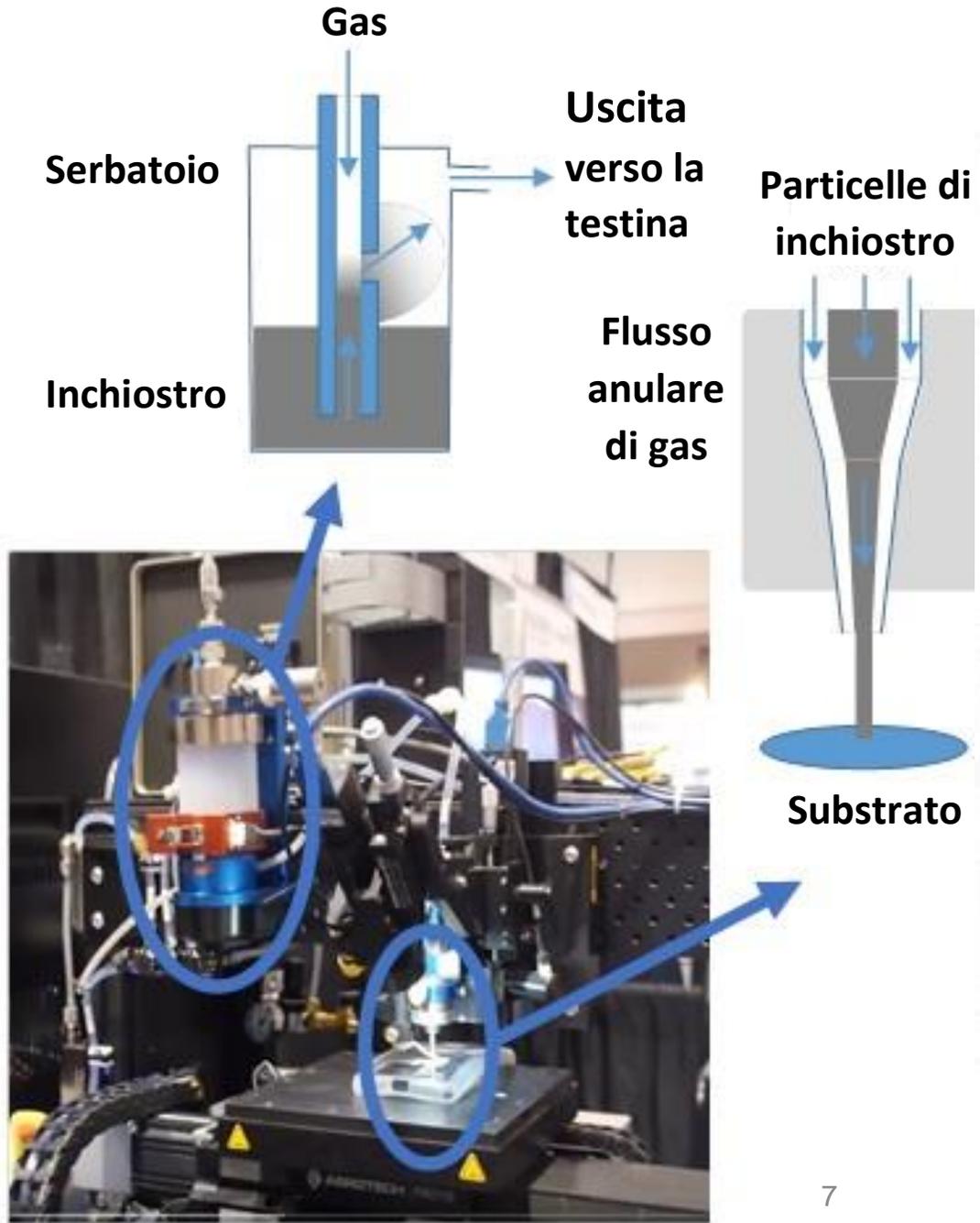
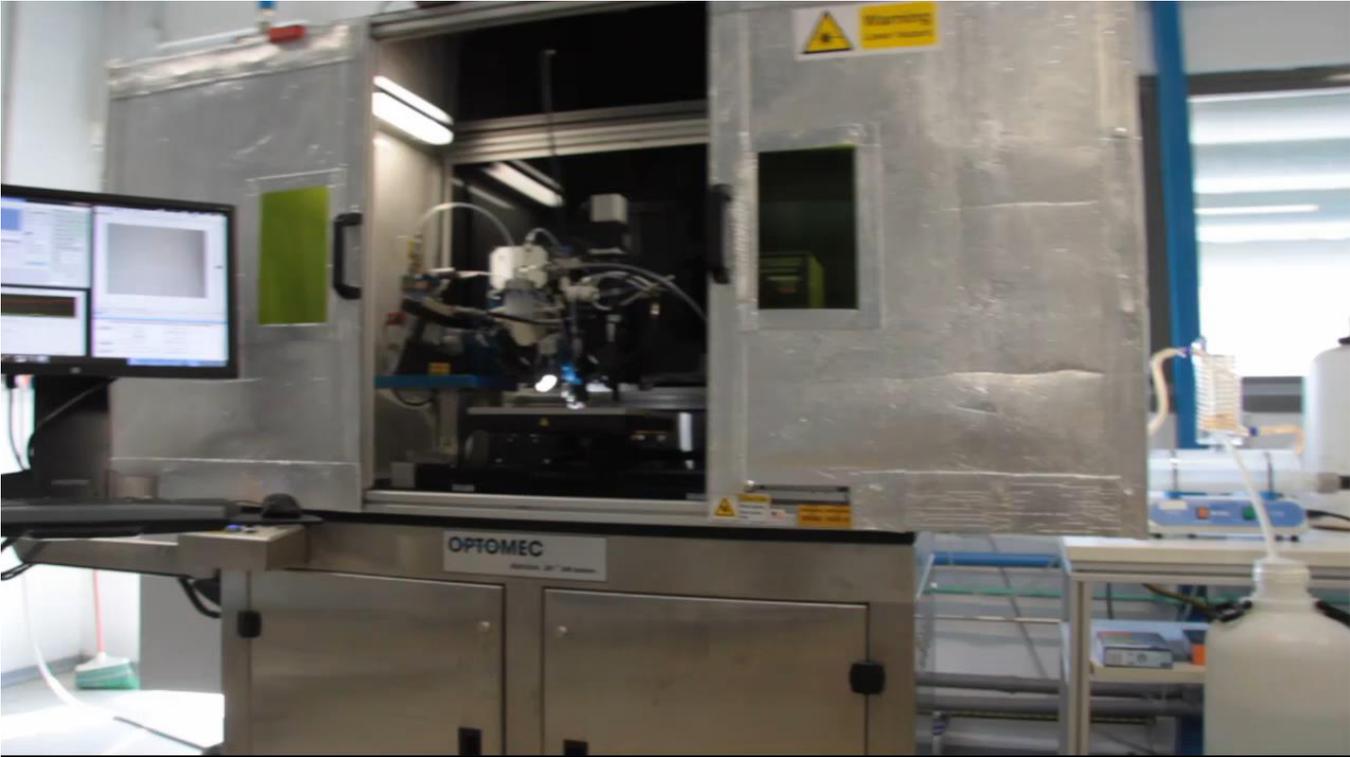
## E' il primo sistema in Italia

E' un **processo additivo** che permette la deposizione di materiali su molteplici substrati senza l'utilizzo delle convenzionali maschere e della classica strumentazione per film sottile.

La tecnologia AJ e' in grado di depositare una **molteplicità di materiali** come dielettrici, polimeri, conduttori, CNT, adesivi, e materiale biologico.



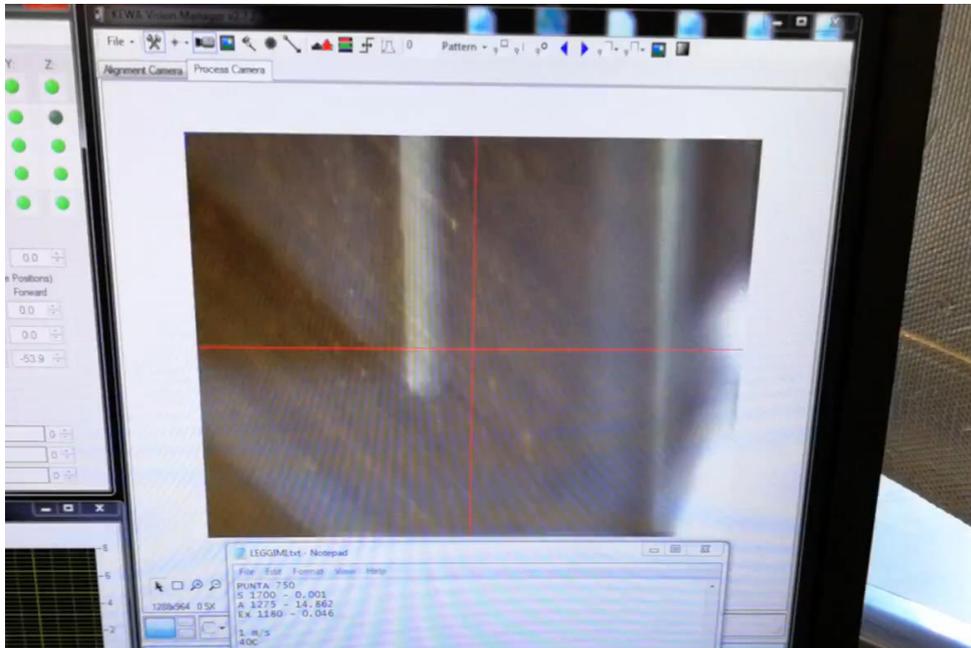
# AEROSOL JET TECHNOLOGY



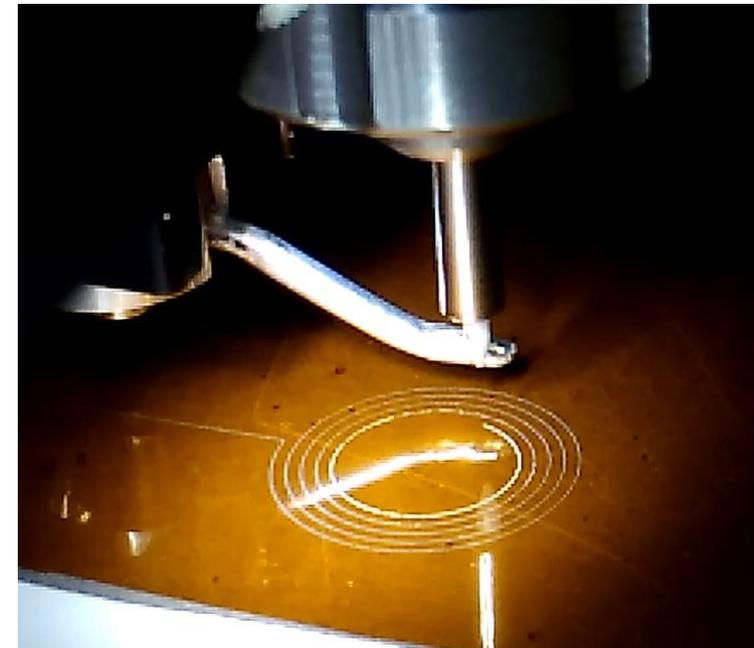
# AEROSOL JET TECHNOLOGY

## Caratteristiche:

- dimensione linea da 10  $\mu\text{m}$  a circa 3 mm
- spessore strato depositato da 100 nm ai  $\mu\text{m}$
- possibilità di utilizzo di inchiostri con viscosità da 1 cP a 1000 cP
- possibilità di deposizione a temperatura controllata



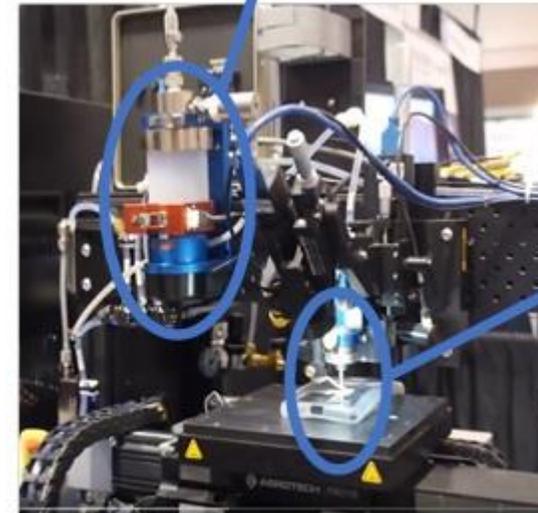
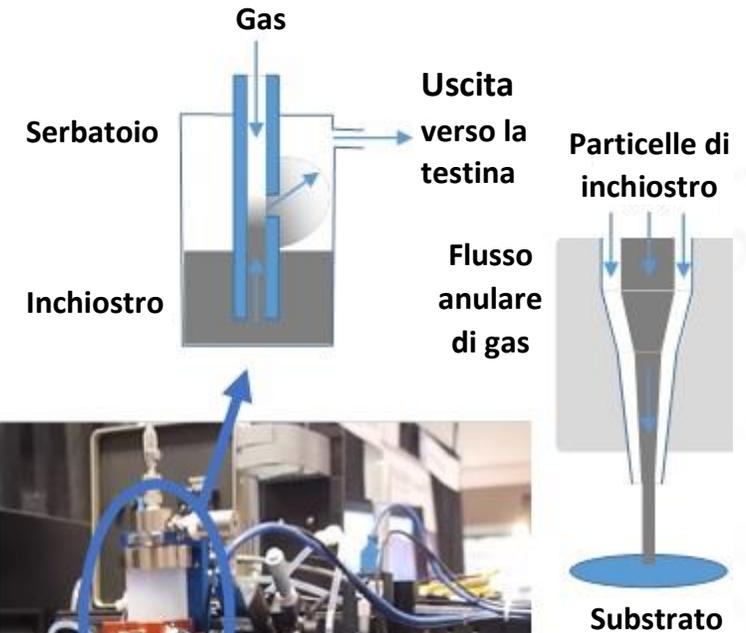
Linee conduttive di 50  $\mu\text{m}$



Linea conduttiva da 80  $\mu\text{m}$

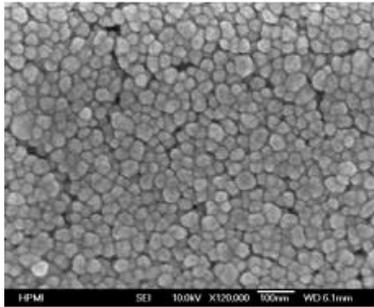
# AEROSOL JET TECHNOLOGY

- La tecnologia utilizza un **flusso di gas anulare** per direzionare l'aerosol sul substrato. Poiché l'aerosol non tocca la punta di stampa, si evita la possibile otturazione della testa di stampa.
- Il diametro delle gocce del flusso di aerosol e' di 1-5  $\mu\text{m}$  offrendo una **uniforme dispersione** della stampa.
- La tecnologia permette di stampare inchiostri con elevate percentuali in peso di materiale funzionale. Questo e' un vantaggio chiave in quanto permette di ottenere **in una passata elevate funzionalizzazioni**.
- E' possibile stampare ad una **distanza** fino a **5 mm dal substrato**. Questo permette di stampare su superfici irregolari, angoli o trincee.

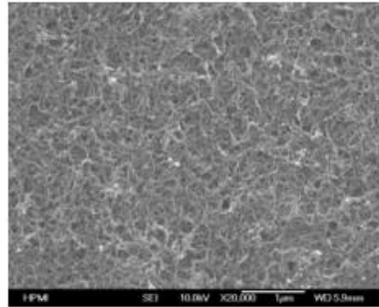


# AEROSOL JET TECHNOLOGY

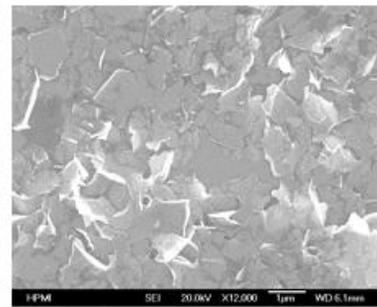
## Inks



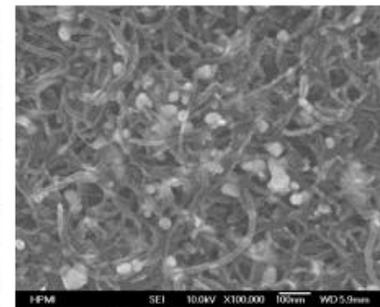
**Metal NP**



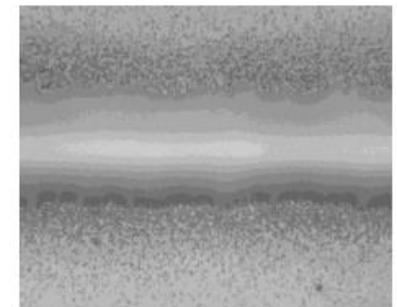
**CNT**



**Graphite**

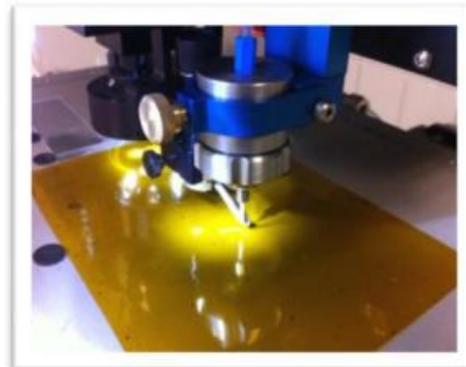


**CNT/Silver NP**

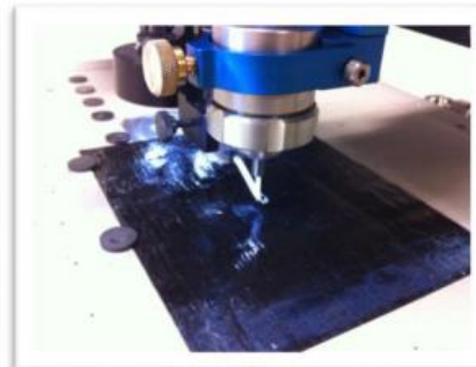


**Polyimide**

## Substrates



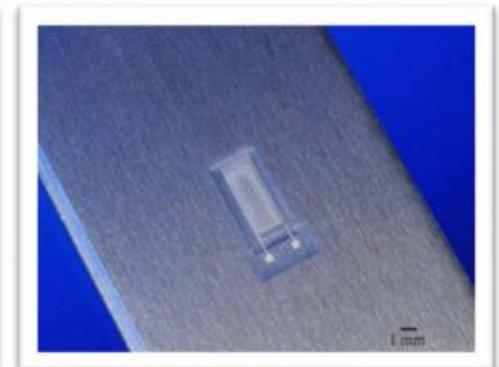
**Polyimide  
(Flexible Films)**



**Carbon Fiber Prepreg  
(Composites)**



**3D Surface**



**Metal**

# AEROSOL JET TECHNOLOGY

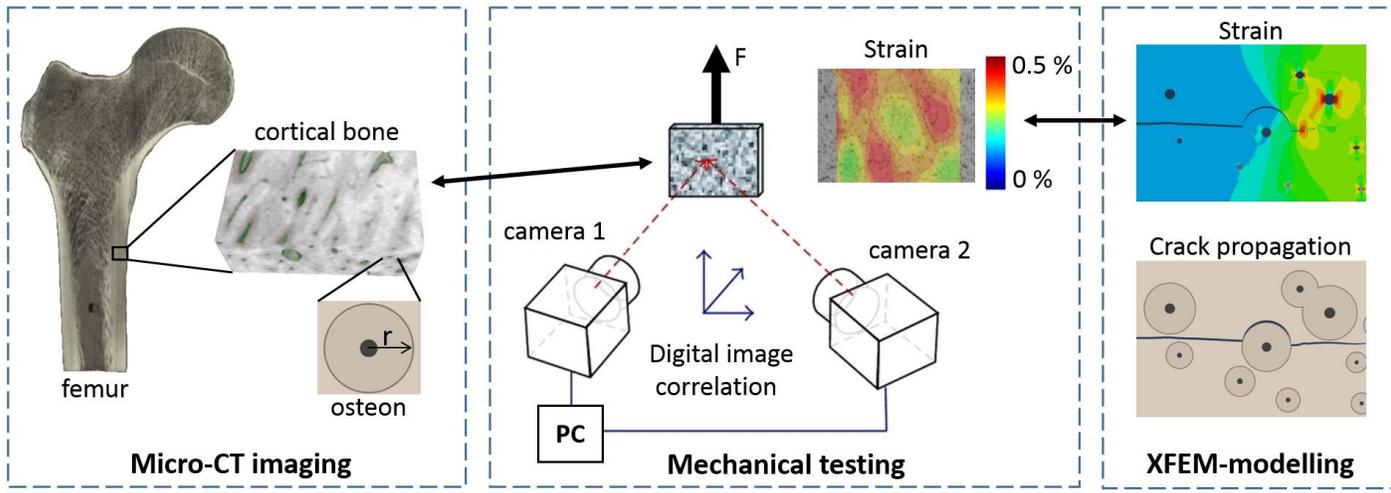
<b>Metal Conductors</b>	<b>Ceramics &amp; Oxides</b>
Nano Ag, Nano Au, Nano Pd, Thick Film Au, Cu & Al	Yttria Stabilised Zirconia, Barium Titanate Particulate material Ceramic precursors ( $\text{BaTiO}_3$ ), $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{RuO}_2$ , $\text{TiO}_2$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{InSnO}_2$ , other metal oxides
<b>Metal Alloy/Composite Mat.</b>	<b>Nano-Particles Composites</b>
Ag Conductive Adhesive, CuNiMn	$\text{TiO}_2$ in PLGA (Polylactide-co-glycolide), $\text{TiO}_2$ in SolGel, SolGel + nano- $\text{TiO}_2$ +ZnS, PTF with Barium Titanate
<b>Conductive Polymer</b>	<b>Dielectrics</b>
PEDOT:PSS, Carbon Nanotubes (CNT)	UV Epoxy, PMMA (Polymethylmethacrylate), PVP (Polyvinylpyrrolidone), Polyimide, PTFE
<b>Organic Semiconductor</b>	<b>Biomaterials</b>
P3HT (in organic photovoltaics), PQT (in thin film transistors), CNT	Peptides & Proteins, Antibodies, DNA, Prokaryotic cell, E.coli, Simple eukaryotic cell (yeast), Mammalian cells (3T3, HDF)
<b>Resistor</b>	<b>Novel Materials</b>
PTF (Polymer Thick Film) Carbon, Metal Oxides	Etch materials & Etch resists, Solder Mask, Photopolymerizable SolGel

# DIGITAL IMAGE CORRELATION

Sistema ARAMIS (GOM). E' un Sistema di misura non a contatto basato sul principio della correlazione digitale d'immagine (DIC).

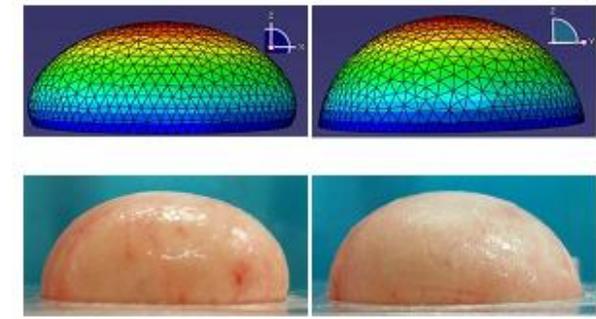


## Understanding bone damage mechanisms

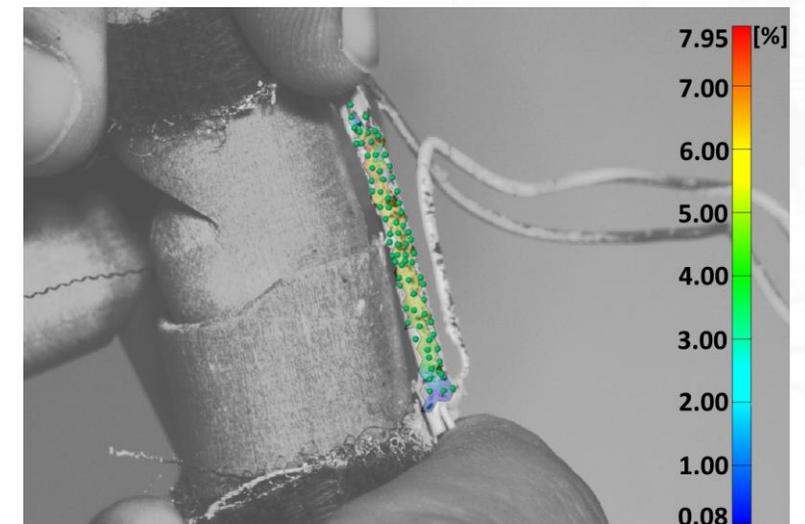


## Characterization of failure in human aortic tissue

Biomedical Engineering, 2011, vol. 14 (Suppl. 1), pp. 73-74.



## Stretch sensors for human body movements



# PROGETTI DI RICERCA



- 7 i **progetti finanziati** che prevedono il supporto del laboratorio.
- 5 i **contratti conto terzi** che prevedono il supporto del laboratorio.
- 6 le **collaborazioni multidisciplinari interne** all'università'.
- 4 le **collaborazioni esterne** con enti di ricerca internazionali.
- 13 gli **articoli** su rivista e gli atti di congressi di attività' connesse con il laboratorio.



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

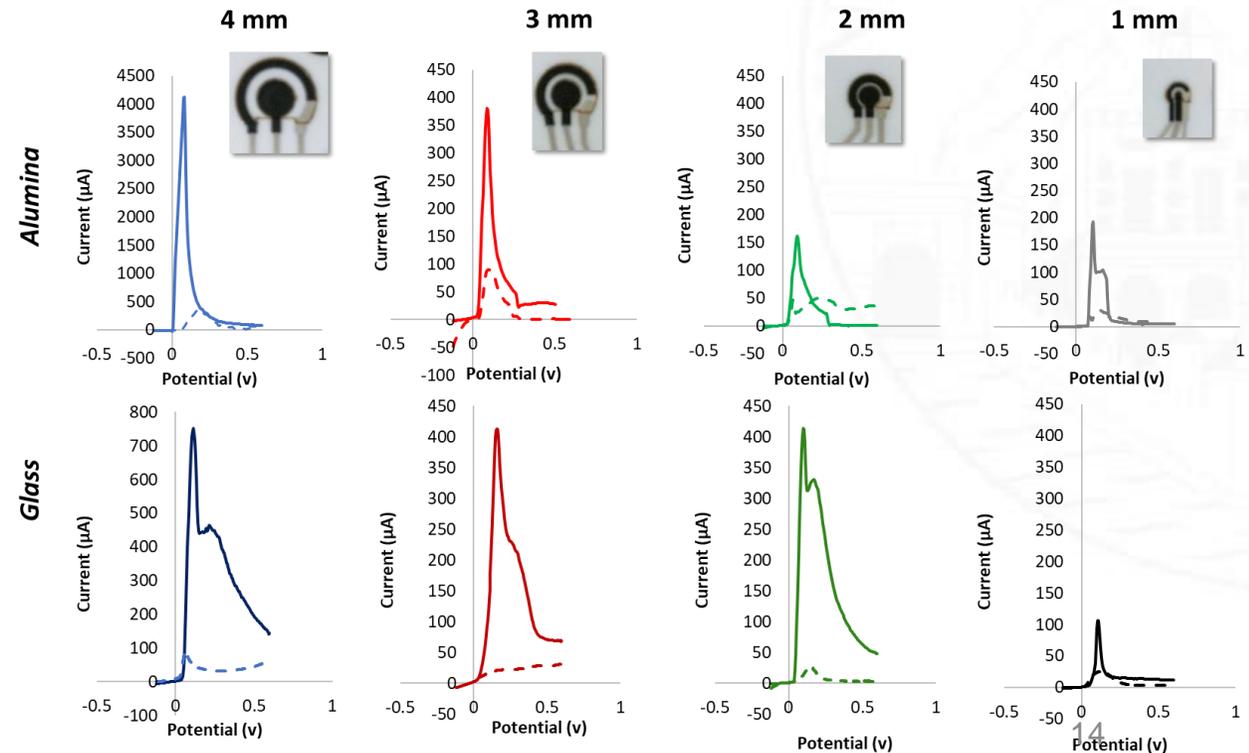
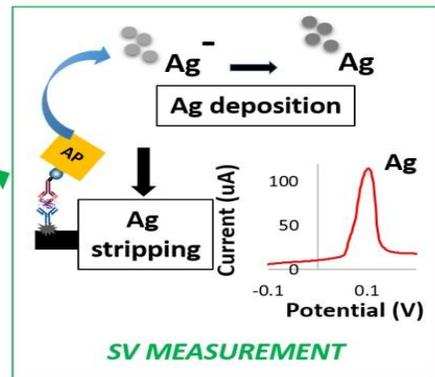
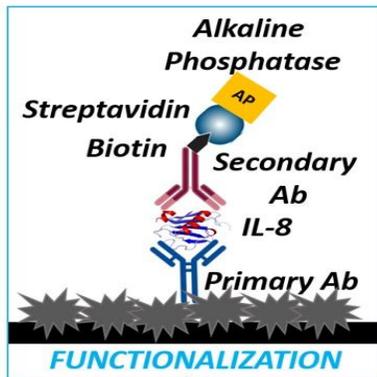
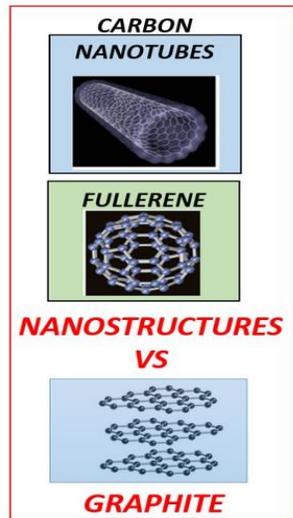
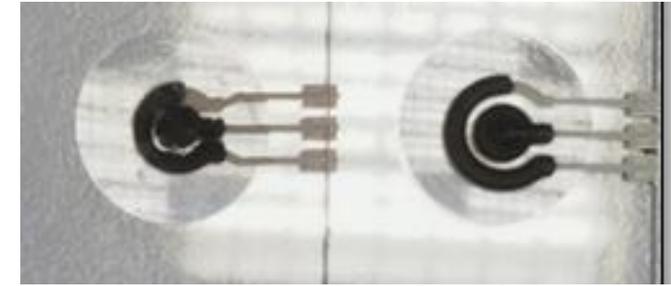
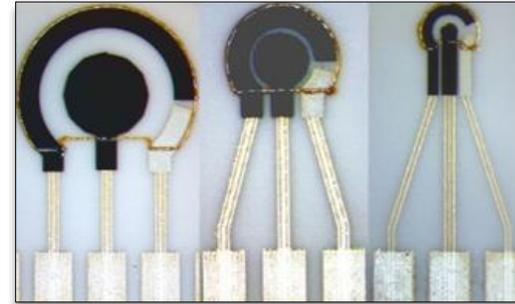


# PROGETTI DI RICERCA

## Sensori elettrochimici stampati con AJ

### Obiettivi:

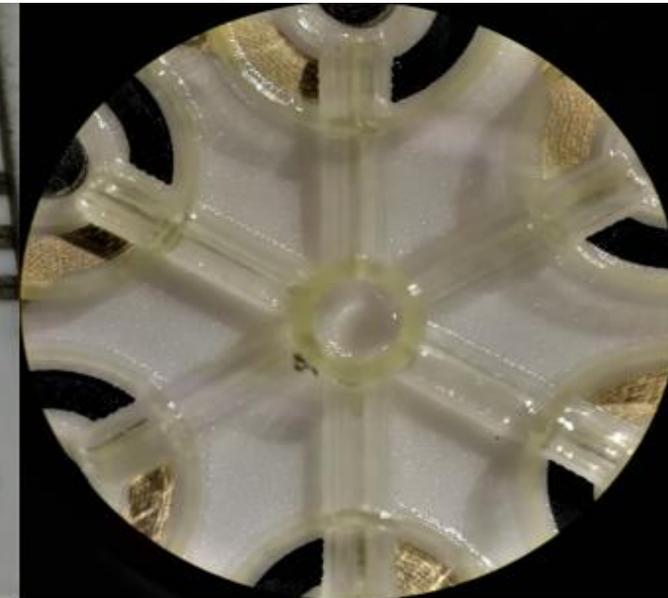
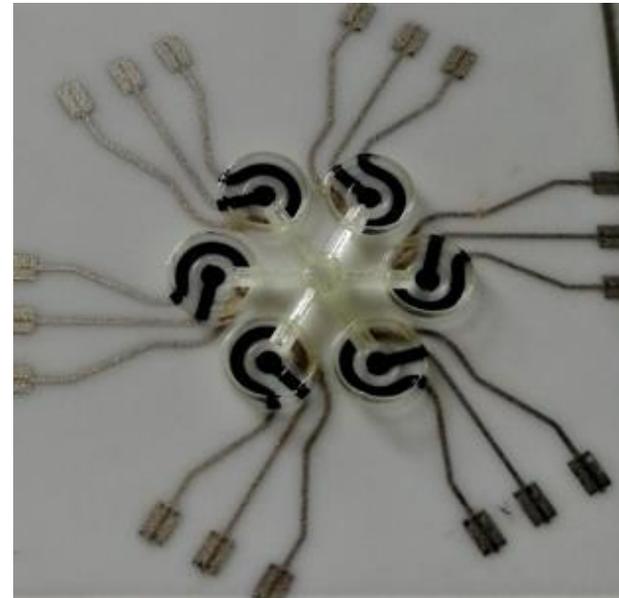
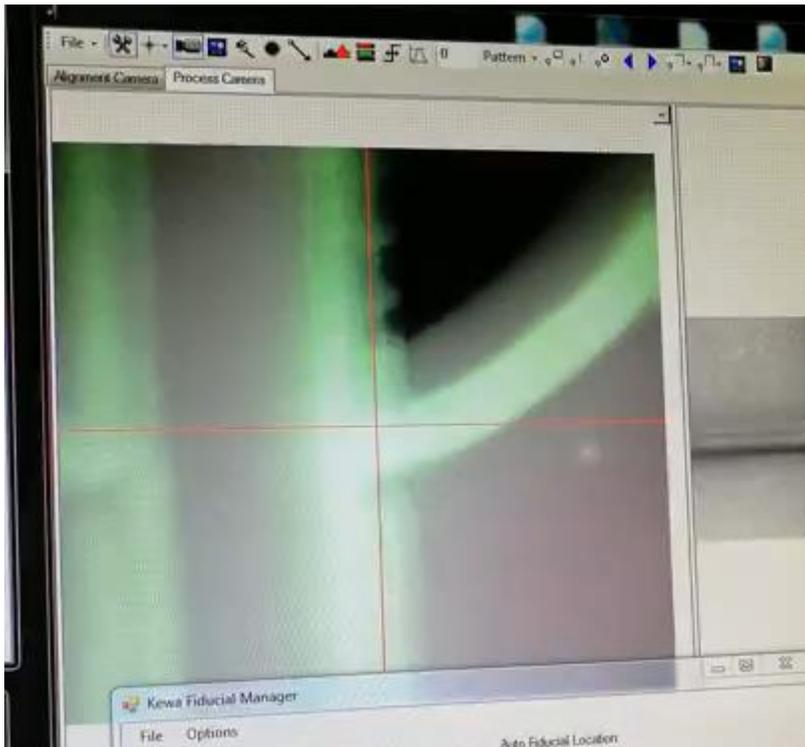
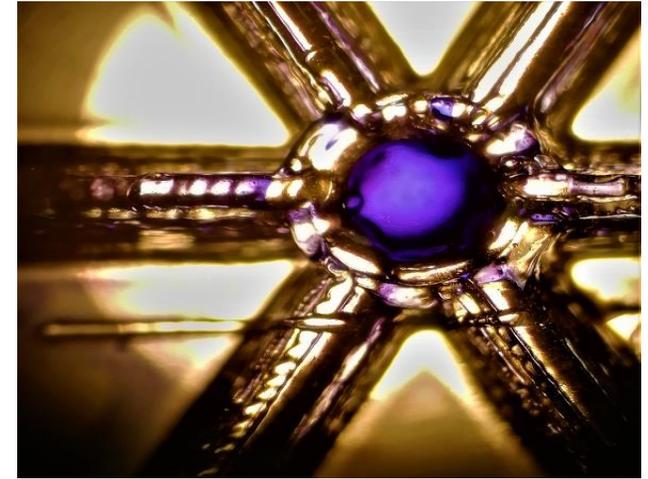
- *Elevata customizzazione*
- *Miniaturizzazione e stampa 3D*
- *Confinamento del campione liquido*
- *Elevata ripetibilita'*



# PROGETTI DI RICERCA

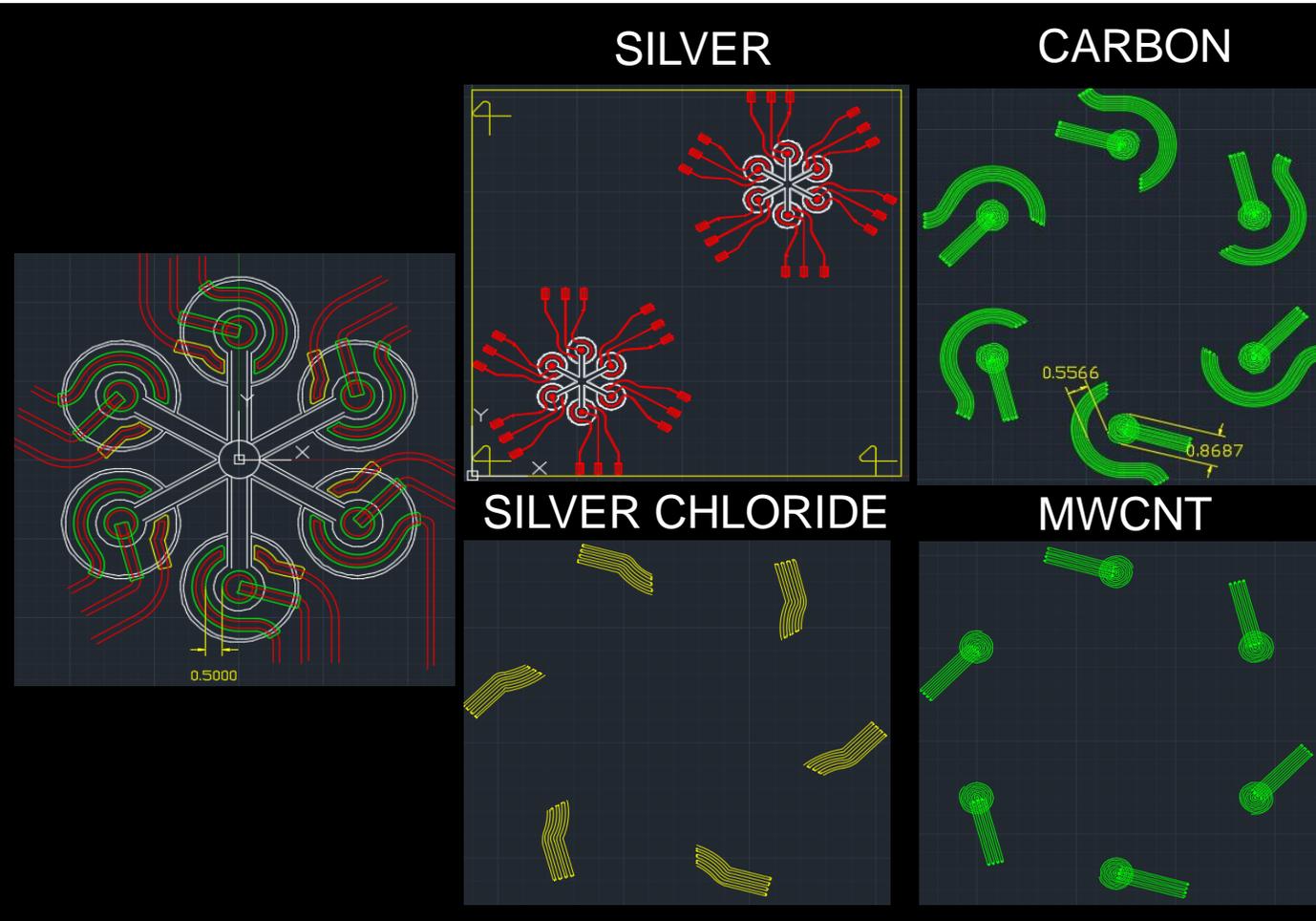
## Microcanali e microstrutture in AJ

- Geometria ottimizzata per la riduzione delle perdite ohmiche
- Ridotto volume di campione analizzato in sei sensori contemporaneamente
- Diminuzione delle problematiche dovute alla manualità dell'operatore

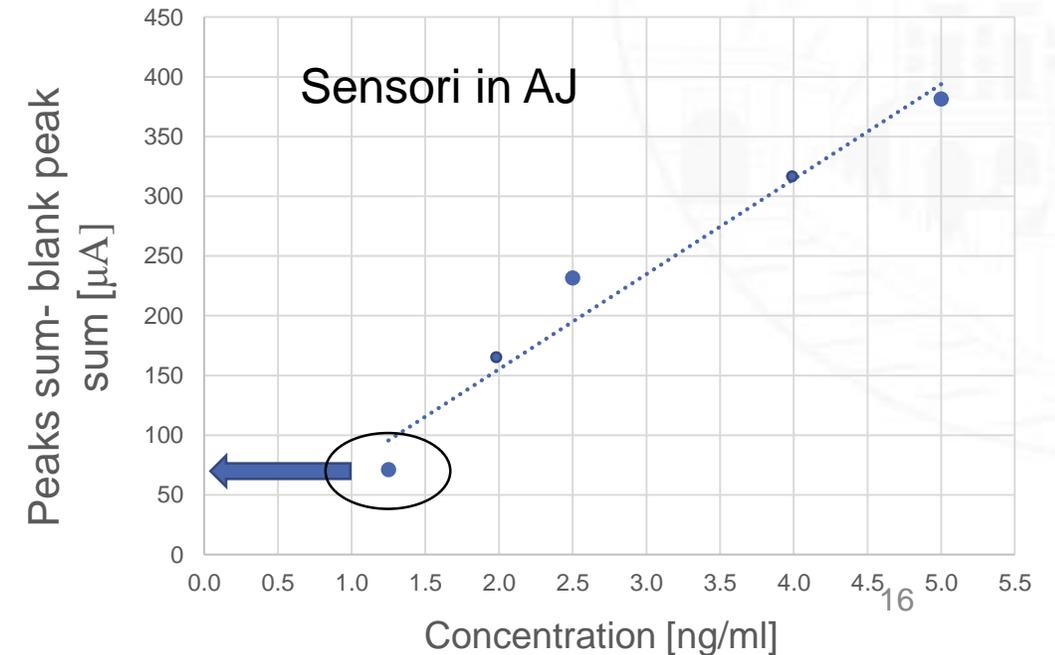
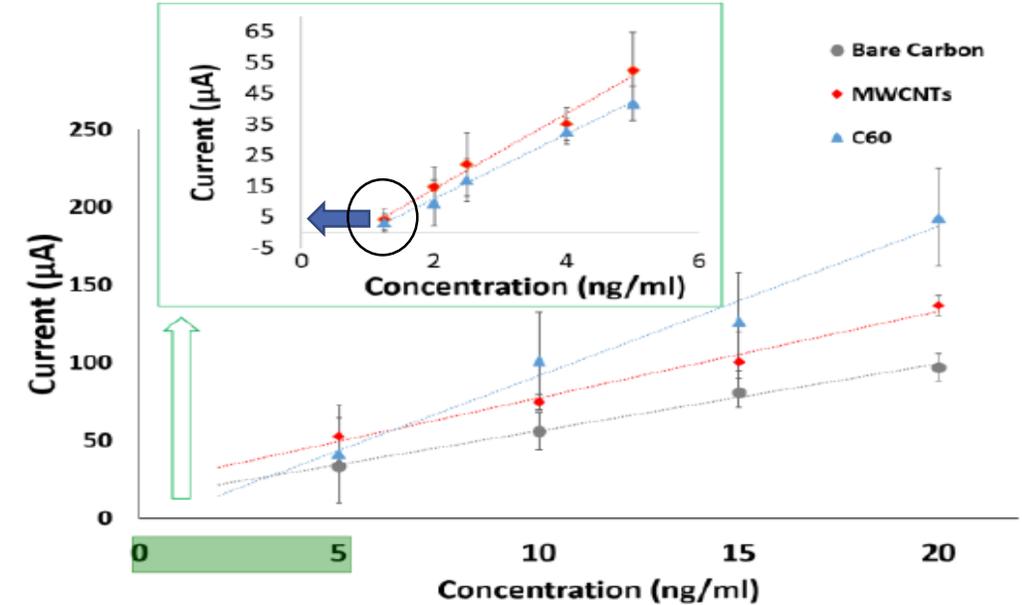


# PROGETTI DI RICERCA

Fabbricazione di tutti i layer del sensore



Sensori Classici



# PROGETTI DI RICERCA

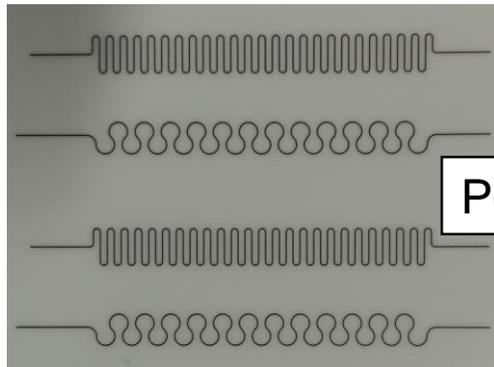
## Sensori deformabili per elettromiografia di superficie

### INCHIOSTRI CONDUTTIVI

- Dupont PE671 Carbon
- Dupont PE874 Silver
- Novacentrix HPS108
- Creative Materials 127-30

### SUBSTRATI FLESSIBILI

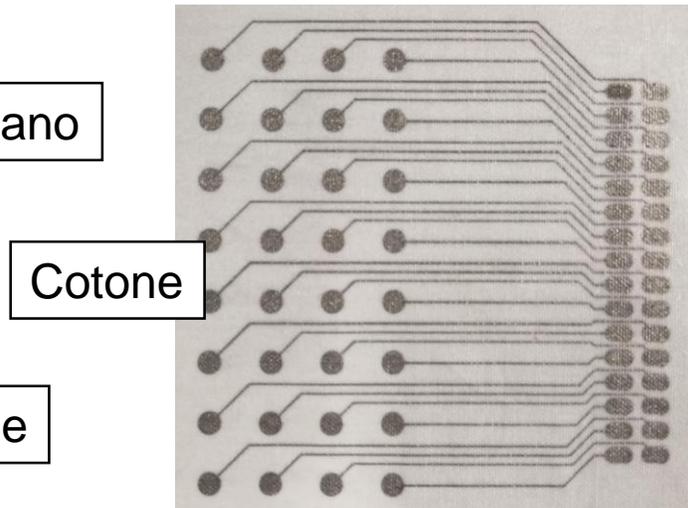
- Dupont Melinex
- Dupont Intexar
- Silicone
- PDMS
- Cotone
- Carta



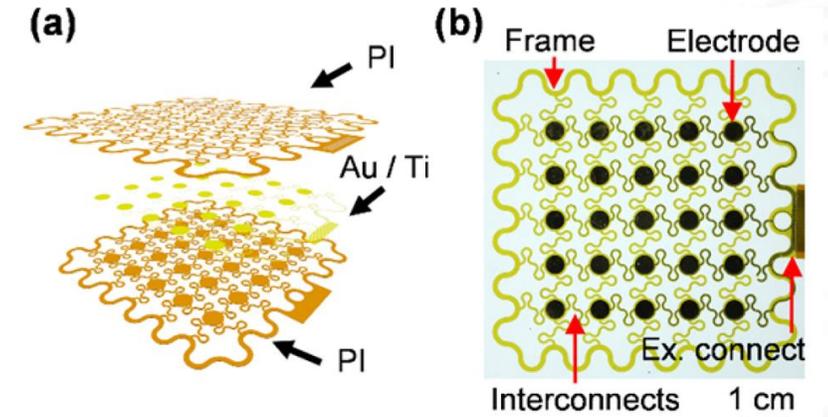
Poliuretano



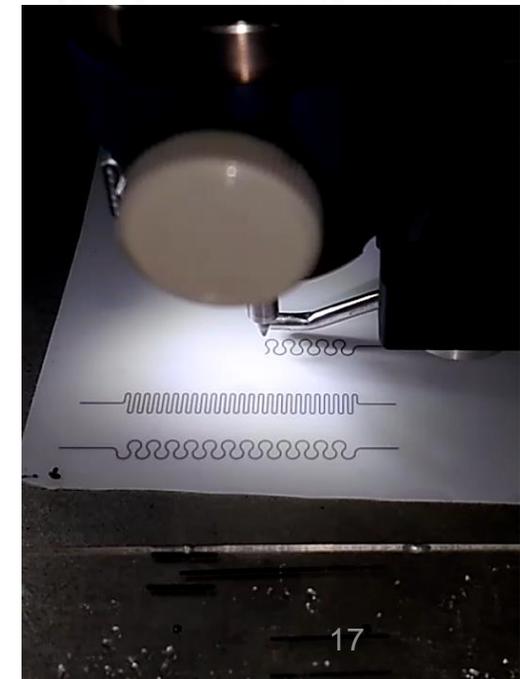
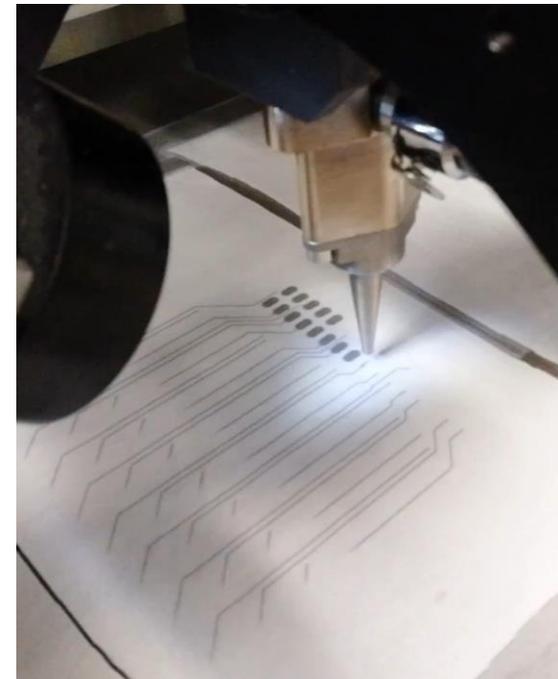
Silicone



Cotone



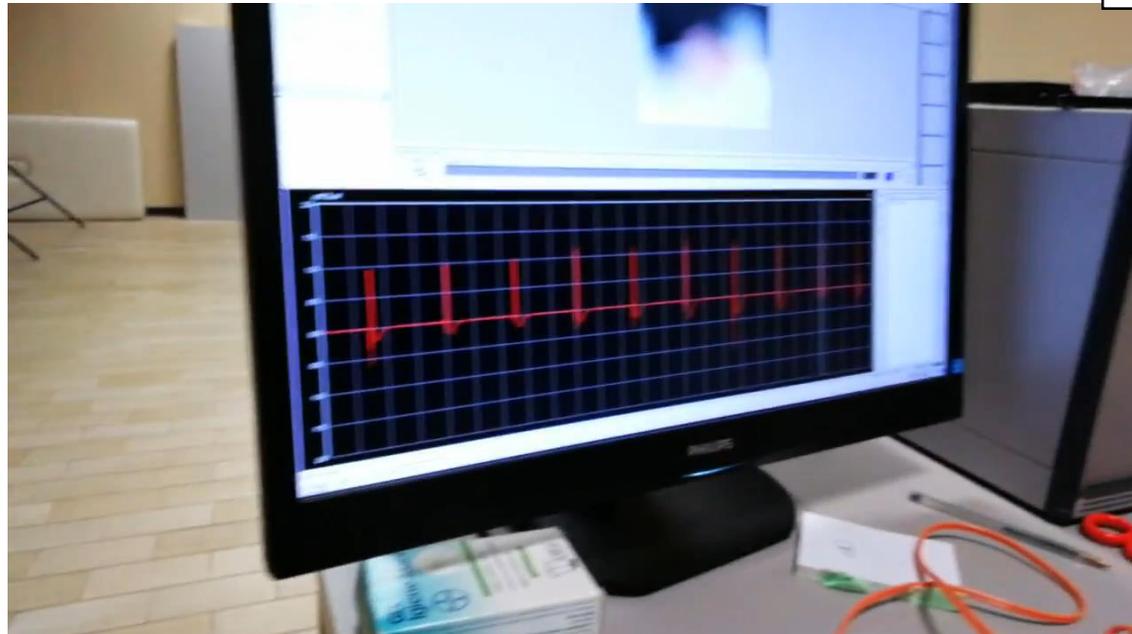
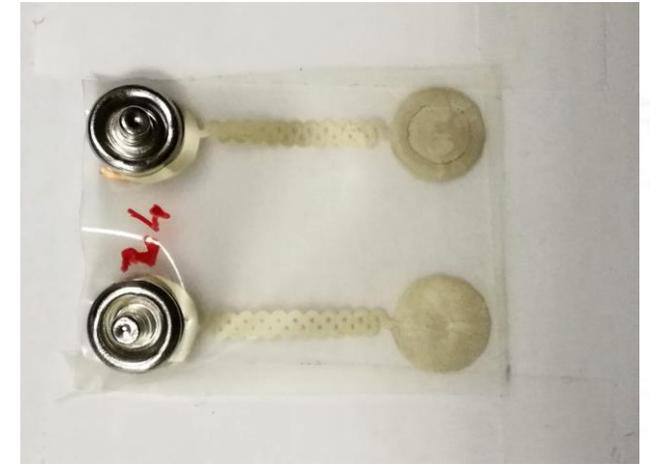
DOI: [10.1021/acsami.6b05025](https://doi.org/10.1021/acsami.6b05025)  
ACS Appl. Mater. Interfaces 2016, 8, 21070–21076



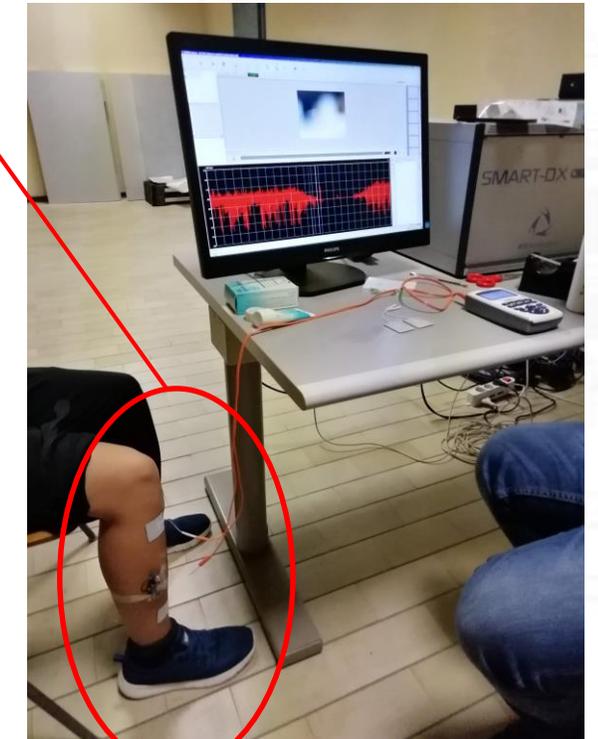
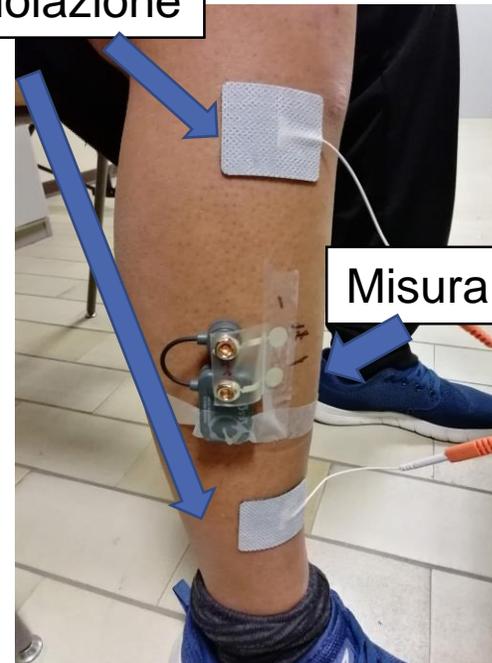
# PROGETTI DI RICERCA

## Sensori deformabili per elettromiografia di superficie

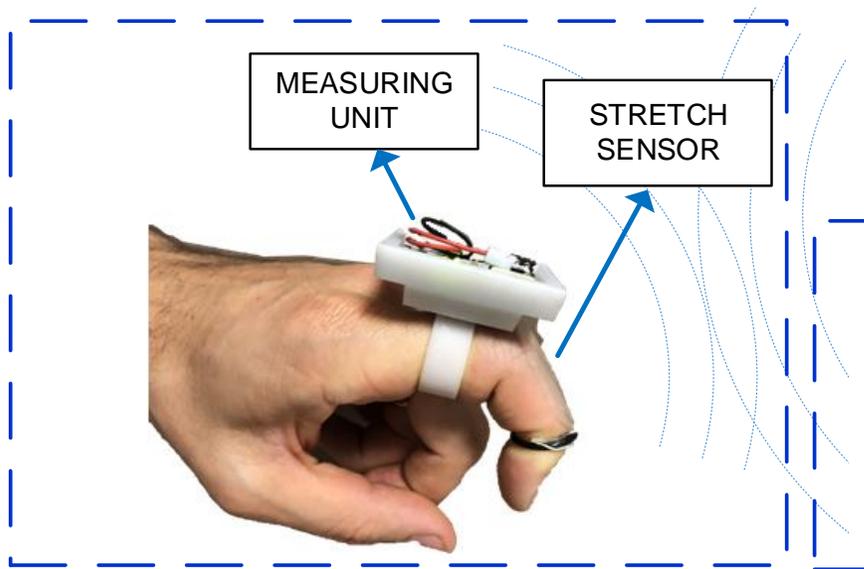
- Geometria ottimizzata per le specifiche applicazioni
- Deformabilità e adattabilità al corpo, fino al 12% di deformazione
- Sensori usa e getta a basso costo
- Elettrodi a secco



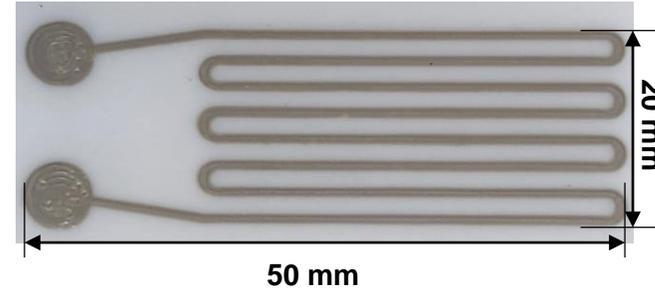
Stimolazione



# PROGETTI DI RICERCA



Stretch sensors per il monitoraggio del movimento di giunti articolari



**INK  
Argento**

**SUBSTRATO  
Poliuretano**

**Caratterizzazione meccanica**

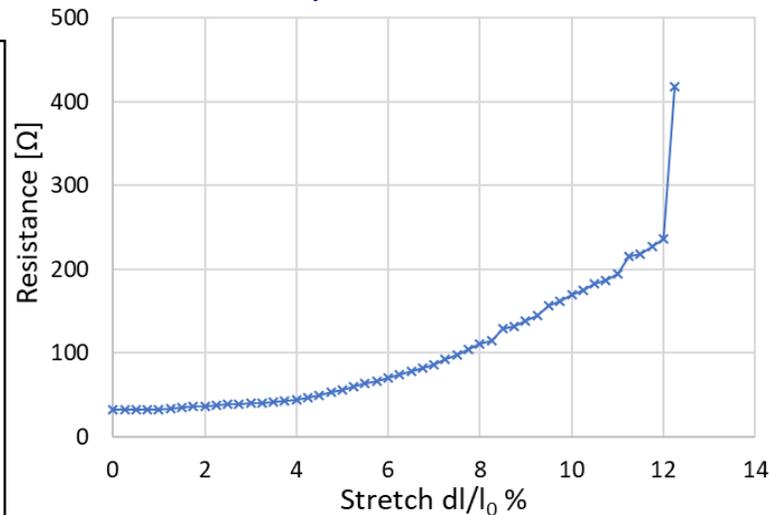
## Cross-Cut TEST

ISO 2409:2013 - ASTM D3002-07

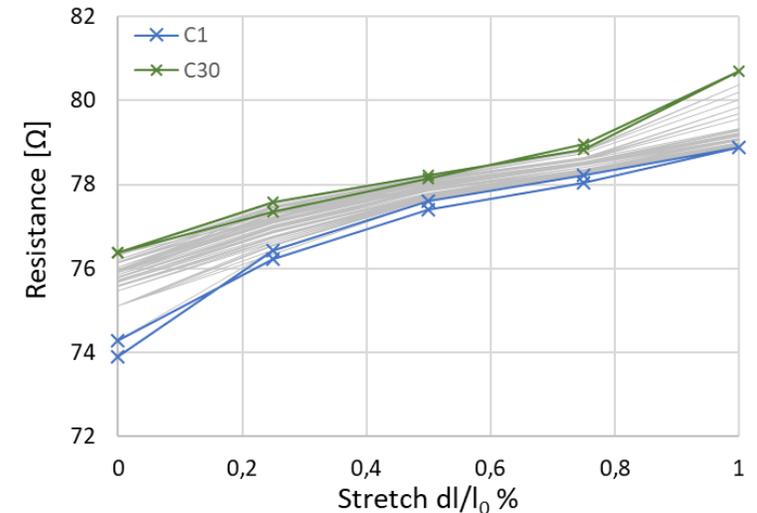
Valutazione dell'adesione del materiale al substrato tramite prove ripetute.



**5B, ISO 0**



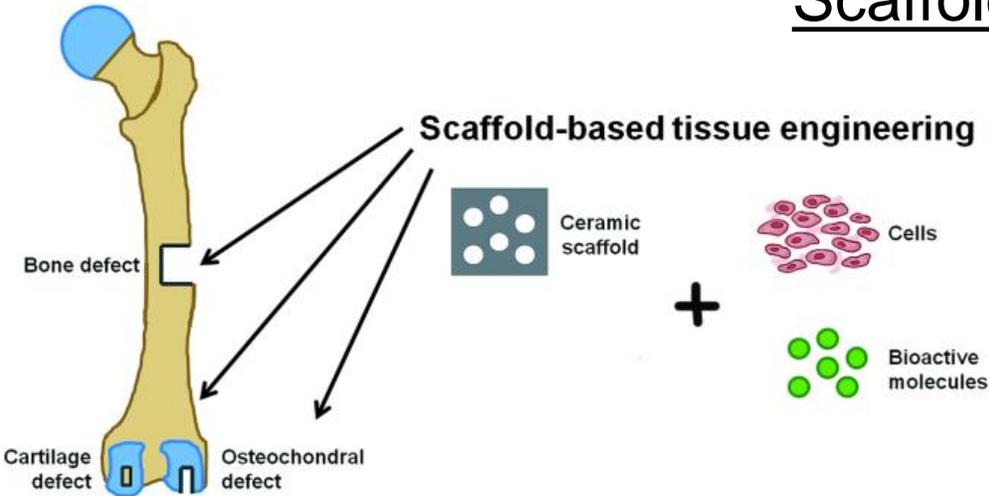
**Breaking load test**



**Cyclic load test<sup>19</sup>**

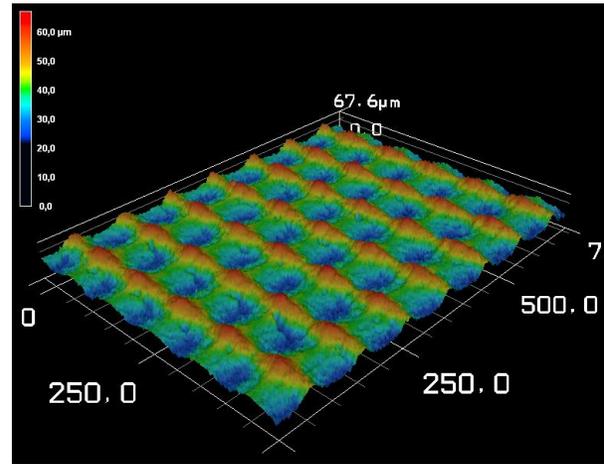
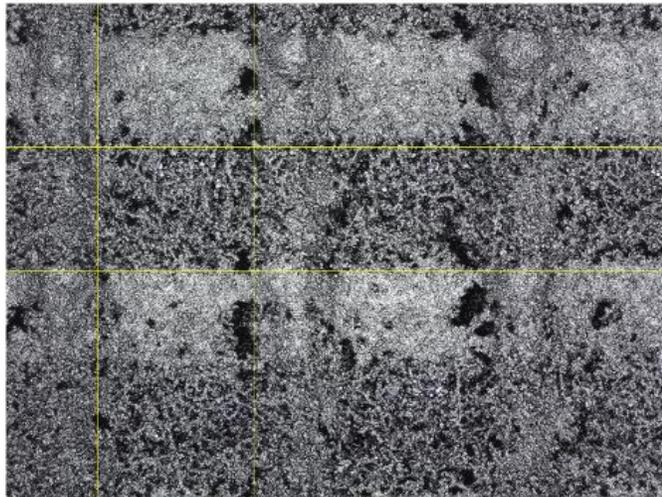
# PROGETTI DI RICERCA

## Scaffold ceramici per la medicina rigenerativa

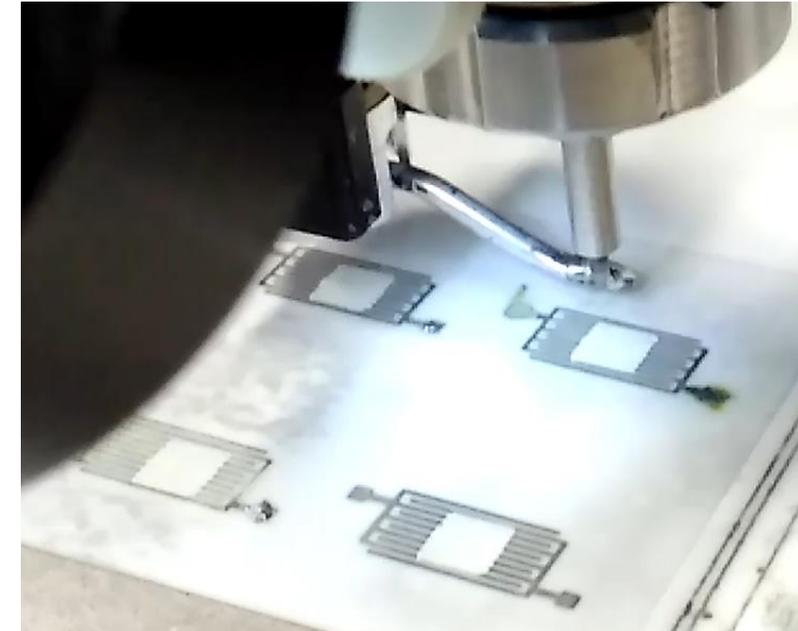


- Selezione delle ceramiche
- Progettazione dell'inchiostro ceramico
- Stampa dell'inchiostro nella configurazione richiesta
- Analisi al microscopio della porosità

DOI [10.1039/C4TB01073F](https://doi.org/10.1039/C4TB01073F) (Feature Article) [J. Mater. Chem. B](#), 2014, 2, 7272-7306



3D View with 20X Lens



# INFORMAZIONI ED EVENTI

## Attività' di promozione e divulgazione

- Attivato il sito internet del laboratorio IT/EN
- 2 le conferenze indette dal laboratorio per sensibilizzare riguardo alle attività' di ricerca del laboratorio
- 5 gli eventi a cui il laboratorio ha partecipato per pubblicizzare le attività' svolte
- 3 gli articoli su giornali ed emittenti locali

